Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Centre et de l'Arctique | Réponse des Sciences 2017/018

ÉVALUATION DU RISQUE POSÉ PAR LA PÊCHE À LA CREVETTE POUR LES OBJECTIFS DE CONSERVATION DE LA ZONE D'HIVERNAGE DU NARVAL ET DE CORAUX D'EAU FROIDE

Contexte

Le Canada a convenu d'un ensemble de buts et objectifs de conservation de la biodiversité internationale (objectifs d'Aichi – Plan stratégique 2011-2020 pour la biodiversité de la Convention sur la diversité biologique) et a adopté des cibles et des objectifs nationaux complémentaires en matière de biodiversité pour le Canada. Ces deux objectifs internationaux et nationaux requièrent la conservation de 10 % des zones côtières et marines d'ici 2020 (objectif 1 du Canada et objectif 11 d'Aichi). En outre, le Canada s'est engagé à faire passer la proportion des zones marines et côtières protégées à 5 % d'ici 2017.

Pour atteindre l'objectif de 2017, d'« autres mesures de conservation efficaces par zone » qui ne sont pas des aires protégées, mais qui contribuent à l'atteinte des objectifs des cibles, sont envisagées. Ces mesures comprennent des zones de fermeture des pêches pour atteindre un ou plusieurs objectifs (p. ex., la conservation) qui démontrent ou supposent des avantages en matière de conservation de la biodiversité (MPO 2016).

La zone d'hivernage du narval et de coraux d'eau froide est actuellement fermée à la pêche au flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*), mais la pêche à la crevette nordique (*Pandalus borealis*) est effectuée dans la zone de fermeture. Les objectifs de conservation pour la zone de fermeture, déterminés dans le Plan de gestion intégrée des pêches : Flétan du Groenland – Sous-zone 0, sont de réduire au minimum les répercussions sur les sources de nourriture et l'habitat d'hivernage du narval (*Monodon monoceros*) et de conserver les concentrations de coraux d'eau froide.

La Gestion des pêches du MPO a demandé un avis du Secteur des sciences du MPO sur les niveaux de risque posés par la pêche à la crevette pour l'habitat d'hivernage et les sources de nourriture du narval, ainsi que pour les coraux d'eau froide dans la zone actuelle d'hivernage du narval et de coraux d'eau froide.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences de mars 2017 sur l'Évaluation du risque posé par la pêche à la crevette pour les objectifs de conservation de la zone d'hivernage du narval et de coraux d'eau froide.

Renseignements de base

La zone actuelle d'hivernage du narval et de coraux d'eau froide est délimitée par les lignes tracées entre les coordonnées suivantes :

1. 68°15' N 58°33' 4.7" O
2. 68°15' N 60°30' 00" O
3. 67°15' N 60°30' 00" O

Canada

4. 67°15' N 57°50' 33" O

Les points sont reliés par des droites, sauf entre les points 1 et 4, qui suivent la limite de la zone économique exclusive (ZEE) du Canada. La ligne suit également la limite Est de la division 0A de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO). La zone d'hivernage du narval et de coraux d'eau froide est fermée à la pêche au flétan du Groenland; cette zone de fermeture représente 10 964 km^2. La zone de fermeture se trouve dans la zone de pêche de la division 0A de l'OPANO pour la pêche au flétan du Groenland et dans la zone de pêche à la crevette (ZPC) 1 pour la pêche à la crevette nordique. La ZPC 1 représente 28 741 km^2, mais la plupart des efforts de pêche à la crevette se concentrent dans la zone de fermeture (figure 1).

La zone est actuellement fermée à la pêche au flétan du Groenland, mais la pêche à la crevette y est pratiquée. La fermeture vise une zone où plusieurs stocks de narvals se chevauchent en hiver et qui abrite des concentrations de gorgones d'eau froide.

La pêche au flétan du Groenland a lieu dans la division 0A depuis 1996. Des restrictions de l'effort ont été établies pour la première fois en 1998 pour la pêche au chalut de fond du flétan du Groenland, compte tenu des préoccupations soulevées au sujet de la concentration de l'effort de pêche au chalut de fond dans une zone d'hivernage du narval. Cette pêche posait aussi le risque de destruction de l'habitat et d'épuisement local du flétan du Groenland, un élément important du régime alimentaire des narvals. Avec l'introduction de filets maillants à poisson de fond pour la pêche en 2004, le risque supplémentaire d'enchevêtrement du narval dans les filets maillants perdus a augmenté. En 2008, la zone a été fermée à la pêche au flétan du Groenland, qui utilise désormais principalement des chaluts de fond ou des filets maillants (la palangre est autorisée, mais rarement utilisée) à l'extérieur de la zone interdite dans la division 0A (Jørgensen et Treble 2015).

Le narval quitte les fjords et les bras de mer du nord de l'île de Baffin en novembre et migre vers le détroit de Davis où il passe l'hiver (Watt et al. 2012). Des études de suivi de la population de narvals de la baie de Baffin ont permis de définir deux domaines vitaux hivernaux dans la baie de Baffin et le détroit de Davis (MPO 2014a). Le secteur sud de l'aire d'hivernage (figure 2) est utilisé par le narval de l'inlet de l'Amirauté, du détroit d'Eclipse et de la baie de Melville et par les stocks estivants de narvals de la baie de Baffin (MPO 2014a). Les contenus stomacaux de narvals de la baie de Baffin en été a révélé que les principales proies sont la morue arctique (*Boreogadus saida*), le flétan du Groenland, le sébaste (Sebastes spp.), la morue polaire (*Arctogadus glacialis*), les calmars (*Gonatus fabricii*) et la pieuvre (Finley et Gibb 1982, Laidre et Heide-Jørgensen 2005, Richard 2009). Laidre et Heide-Jørgensen (2005) ont aussi déterminé que la crevette nordique et les calmars sont abondants dans l'estomac du narval en hiver. Les animaux dans le secteur sud de l'aire d'hivernage s'alimentent à des profondeurs de plus de 800 m et une grande partie de leur régime alimentaire est probablement composée de flétans du Groenland à ces profondeurs. À l'aide d'une analyse des isotopes stables, Watt et al. (2013) ont estimé que la crevette constituait la plus grande partie du régime alimentaire du narval de la baie de Baffin (38 à 43 % du régime du narval, contre de 2 à 14 % pour le flétan du Groenland). On estime que sur une période de cinq mois, les stocks de narval occupant le secteur sud de l'aire d'hivernage (32 000 narvals) consommeraient environ 86 000 tonnes de flétan du Groenland (Richard et al. 2014). Des estimations plus récentes relatives aux stocks de narval de la baie de Baffin augmenteraient probablement la consommation totale estimée de flétan du Groenland par le narval (MPO 2015).

La bathymétrie dans la zone fermée est caractérisée par une pente très escarpée des contours de profondeur entre 400 m et 1 000 m, se stabilisant environ entre 1 000 m et 1 500 m (figure 3). Kenchington et al. (2016a) ont désigné des zones benthiques importantes dans la zone de fermeture en se fondant sur une analyse du noyau de densité des prises selon les relevés de coraux, principalement les prises importantes de gorgones *Keratoisis ornata* (figure 3).

Le stock de crevette nordique au large de l'ouest du Groenland est réparti principalement dans les eaux du Groenland, dans la sous-zone 1 de l'OPANO, mais une petite partie de l'habitat se trouve à l'extrémité est de la division 0A, dans les eaux canadiennes (OPANO et Conseil international pour l'exploration de la mer [CIEM] 2016). Ce stock de crevette est évalué comme une seule population. Le Canada a défini la ZPC 1 comme la partie de la division 0A située à l'est du 60° 30' O (figure 1; OPANO et CIEM 2016). Le Conseil scientifique de l'OPANO recommande le total autorisé des captures (TAC). Le Canada revendique 17 % de la partie hauturière du stock visée par la pêche dans la ZPC 1 (OPANO et CIEM 2016). La pêche canadienne à la crevette nordique dans la ZPC 1 a commencé à la fin des années 1970. La pêche est pratiquée au moyen de chaluts de fond (simples, doubles ou triples) munis d'une grille séparatrice Nordmore à barreaux espacés de 28 mm qui a été rendue obligatoire en 1997 afin de réduire au minimum les prises accessoires d'espèces non ciblées. La grille filtre les prises entrant dans le chalut, ce qui permet aux animaux plus grands que la taille de la grille de s'échapper par une ouverture en haut du filet (Siferd 2010). Le tableau 1 résume les données sur le TAC et la récolte pour cette pêche. Le TAC dans la ZPC 1 n'a jamais été pêché intégralement (tableau 1).

Tableau 1. Données sur le total autorisé des captures (TAC) et la récolte, en tonnes, pour la pêche canadienne à la crevette nordique dans la ZPC 1. L'information sur la récolte a été obtenue auprès de Siferd (2010) et émane des données des observateurs en mer de 1996 à 2003 et des rapports de 2004 à 2016 de l'OPANO et du CIEM (2016). Le pourcentage de la récolte est le pourcentage du TAC réellement pêché au cours d'une année donnée.

Année	TAC (t)	Récolte (t)	Taux de récolte
1996	8 500	2 683	32
1997	8 500	520	6
1998	7 650	873	11
1999	9 350	2 098	22
2000	9 350	1 676	18
2001	9 350	3 540	38
2002	12 040	6 472	54
2003	14 167	6 983	49
2004	18 417	6 369	35
2005	18 417	6 921	38
2006	18 417	4 127	22
2007	18 417	1 945	11
2008	18 417	0	0
2009	15 583	429	3
2010	15 583	5 882	38
2011	15 583	1 330	9

Année	TAC (t)	Récolte (t)	Taux de récolte
2012	12 750	12	0
2013	11 333	2	0
2014	11 333	0	0
2015	8 500	0	0
2016	10 625	1 225	12
2017	12 750		

Le comportement de plongée des narvals marqués avec des étiquettes satellites enregistrant la profondeur a révélé que le narval avait tendance à effectuer des plongées profondes à plus de 800 m (Richard et al. 2014); or, des coraux d'eau froide ont été observés à des profondeurs supérieures à 500 m (MPO 2007) et donc, lorsque la fermeture est entrée en vigueur, des restrictions ont été imposées aux navires pêchant le flétan du Groenland à plus de 500 m, et non aux crevettiers pêchant dans des eaux moins profondes. La fermeture visait à protéger le secteur sud de l'aire d'hivernage essentielle du narval et trois des quatre emplacements où des coraux d'eau froide avaient été observés (MPO 2007). La limite Est a été établie à la frontière entre le Canada et le Groenland afin de faciliter la communication pour les flottilles de pêche au flétan du Groenland.

Analyse et réponse

Mammifères marins

Le narval utilise la zone de fermeture à partir de novembre jusqu'à la fin mars ou fin avril (Watt et al. 2012) et est observé dans l'ensemble de la zone, dans les eaux profondes et peu profondes. On suppose qu'une grande partie de son régime alimentaire est composé de flétans du Groenland qui se trouvent dans les eaux plus profondes de cette zone (MPO 2014a), bien que, selon les estimations, les crevettes représentent une proportion plus importante du régime alimentaire des narvals mâles en particulier, d'après l'analyse d'isotopes stables (Watt et al. 2013).

D'autres mammifères marins utilisent également la zone de fermeture, y compris le grand cachalot (*Physeter macrocephalus*) et la baleine-à-bec commune (*Hyperoodon ampullatus*) (Davidson 2016). La baleine-à-bec commune se nourrit principalement de calmars, mais aussi de hareng et de poissons de fond comme le sébaste et le flétan du Groenland (Richard 2009).

Coraux

Les coraux d'eau froide et les éponges de l'Arctique sont des espèces à grande longévité dont le taux de croissance et le recrutement sont faibles (Boutillier et al. 2010, CFFA 2010). Ils sont importants pour la fonction écosystémique et la biodiversité dans un environnement polaire et sont considérés comme des « ingénieurs écologiques » (Kenchington et al. 2012). Ces coraux constituent une structure sur le plancher océanique qui fournit un habitat pour les poissons et les invertébrés et modifie potentiellement les courants de fond. On observe généralement une plus grande biodiversité dans les zones présentant des concentrations denses de coraux par rapport aux zones avoisinantes (Boutillier et al. 2010, Kenchington et al. 2012). Cependant, les coraux sont sensibles aux impacts des activités humaines, en particulier les pêches dont les

engins entrent en contact avec le fond, et des répercussions importantes peuvent être observées après seulement quelques activités de pêche (MPO 2006).

Effets de la pêche

Des engins de pêche qui entrent en contact avec le fond (p. ex., chalut, filets maillants posés au fond de l'eau et palangre) ont été et sont encore utilisés dans la zone de fermeture. Un engin de pêche entrant en contact avec le fond peut détruire physiquement des habitats et espèces benthiques (Groenewold et Fonds 2000; Kaiser et al. 2001; MPO 2006, 2010). L'effet d'une pêche sur les espèces et les habitats benthiques est lié à l'ampleur du chevauchement entre l'empreinte de la pêche pratiquée au moyen d'un engin de pêche entrant en contact avec le fond et les espèces et habitats préoccupants. Un engin de pêche peut causer la remise en suspension et l'entraînement des sédiments. Depuis des décennies, des études expriment des préoccupations au sujet de la remobilisation des sédiments par la pêche. Les sédiments remobilisés peuvent avoir divers effets, en fonction de la portée et de la durée de la remobilisation. Ces effets possibles sont notamment la modification du recyclage des éléments nutritifs et l'eutrophisation de zones d'eau peu profonde en raison de la charge excessive en éléments nutritifs provenant de la pêche au chalut (Dounas et al. 2007). La remobilisation des sédiments peut également provoquer la remise en suspension des kystes de phytoplancton et des œufs des copépodes, ainsi que l'étouffement d'organes respiratoires et d'alimentation de certaines espèces benthiques (O'Neill et Summerbell 2011; cité dans Boutillier et al. 2013). Un engin de pêche en contact avec le fond peut directement endommager et tuer le benthos (Groenewold et Fonds 2000; Kaiser et al. 2001; MPO 2006, 2010).

Les impacts de la pêche à la crevette au chalut surviennent dans des profondeurs inférieures à 500 m et comprennent l'endommagement ou la destruction de coraux, la perte ou la dégradation de l'habitat et la compétition avec le narval pour la nourriture d'hivernage. La plupart des pêches capturent des espèces autres que celles ciblées et la proportion de prises accessoires tend à augmenter lorsque les taux de prises de crevettes diminuent (Gillett 2008). Les prises accessoires pourraient avoir une incidence sur les stocks qui sont déjà exploités et pourraient entraîner des changements écosystémiques dans la structure globale des réseaux trophiques et des habitats (Harrington et al. 2005).

La fermeture de la pêche au flétan du Groenland réduit les impacts environnementaux de cette pêche (p. ex., enchevêtrement de mammifères marins, pêche fantôme, endommagement ou destruction des coraux, perte ou dégradation de l'habitat et compétition avec le narval pour la nourriture d'hivernage) dans la zone de fermeture à des profondeurs comprises entre 500 et 1 500 m. La pêche au flétan du Groenland a été pratiquée par le passé (de 1996 à 2006) dans la zone interdite, mais jamais à des profondeurs inférieures à 500 m (figure 1).

La zone de fermeture de la pêche comprend les eaux dont la profondeur est supérieure à 1 500 m, qui ne sont pas actuellement visées par une pêche (figure 2). Cependant, cette partie de la zone de fermeture sert d'habitat pour le narval en hiver en raison de la présence de la banquise (MPO 2007, 2014a).

L'annexe 2 comprend les espèces de poissons et d'invertébrés capturées dans la zone de fermeture pendant les relevés plurispécifiques du MPO qui incluaient les espèces consommées par le narval : la crevette Pandalus, le flétan du Groenland, la morue arctique, les calmars et la pieuvre. Les espèces *Keratoisis* (*K. ornata et K. grayi*) et d'autres coraux (*Paragorgia arborea, Acanella arbuscula, Stauropathes arctica, Flabellum* spp.) ont été recueillis dans la zone de

fermeture à des profondeurs comprises entre 448 et 930 m (MPO 2007, Kenchington et al. 2016b, MPO, données non publiées).

Évaluation des risques

Les menaces associées aux activités de pêche commerciale pourraient comprendre la suppression du biote (espèces ciblées, espèces de prises accessoires), l'altération et la destruction de l'habitat (modification du plancher océanique, modification de la colonne d'eau), la perte d'engins, les collisions avec des navires, le bruit, les contaminants et les espèces envahissantes (MPO 2014b). Pour évaluer les menaces que posent pour la zone interdite les engins entrant en contact avec le fond, la présente évaluation était axée sur la mortalité directe ou indirecte du benthos, l'endommagement ou la destruction des coraux, la perte ou la dégradation de l'habitat (p. ex., la sédimentation) et la compétition avec le narval pour la nourriture d'hivernage (c.-à-d. les prélèvements de crevettes Pandalus, de flétans du Groenland, de calmars et pieuvre, et de morues arctiques).

Le risque est exprimé comme le produit de la probabilité d'occurrence et de l'impact de la menace. La certitude est déterminée pour l'impact de la menace. Les deux catégories sont évaluées séparément et sont décrites à l'annexe 3. La zone de fermeture a été divisée en trois tranches d'eau pour évaluer les risques liés aux engins de pêche entrant en contact avec le fond : moins de 500 m, de 500 à 1 500 m et plus de 1 500 m. Le tableau 2 résume les résultats de l'évaluation.

La probabilité d'occurrence de la menace a été évaluée en fonction des pêches entrant en contact avec le fond, actuelles et passées, pratiquées dans la zone de fermeture. À l'heure actuelle, la pêche à la crevette pratiquée avec des chaluts de fond a lieu dans la tranche d'eau inférieure à 500 m. La pêche au flétan du Groenland effectuée avec des palangres, des filets maillants de fond et des chaluts de fond a eu lieu dans la tranche d'eau comprise entre 500 et 1 500 m, entre 1996 et 2006. La pêche est interdite dans cette tranche d'eau depuis 2006. La pêche effectuée avec un engin de pêche entrant en contact avec le fond n'a jamais été pratiquée en dessous de 1 500 m dans la zone de fermeture. Si la pêche devait avoir lieu dans ces tranches d'eau, l'impact et la probabilité d'occurrence de la menace augmenteraient.

Les espèces benthiques jouent un rôle crucial dans la structure et la fonction des écosystèmes. Par exemple, des espèces de corail peuvent constituer un habitat important pour d'autres espèces d'invertébrés et de poissons. Les engins de pêche entrant en contact avec le fond peuvent avoir des répercussions directes sur le benthos après une seule activité de pêche (p. ex., les espèces qui se rétablissent lentement) ou des effets cumulatifs dans le cadre d'activités de pêche nombreuses ou répétées (p. ex., habitats à prédominance d'éponges ou de coraux mous) (MPO 2006). Les gorgones sont des coraux particulièrement importants qui servent d'habitat et se trouvent dans des environnements froids d'eaux profondes. Dans la zone de fermeture, les gorgones ont été principalement observées dans la tranche d'eau comprise entre 500 et 1 500 m. Cependant, Kenchington et al. (2016a) ont déterminé une zone benthique importante dans la tranche d'eau comprise entre 500 et 1 500 m qui s'étend également dans la zone dont la profondeur est inférieure à 500 m (figure 3). En raison de la l'étendue géographique limitée, la probabilité d'occurrence de la menace a été évaluée comme étant occasionnelle dans la tranche d'eau de moins de 500 m. Les gorgones sont facilement endommagées ou arrachées par des engins de pêche entrant en contact avec le fond et la recolonisation, si elle se produit, est très lente.

En 2010, le MPO a effectué un relevé dans la zone de fermeture et a repéré la présence de coraux noirs, de pennatules et de K. ornata. En 2013 et 2016, des relevés au moyen d'un véhicule sous-marin téléguidé (VTG) ont été effectués dans la zone de fermeture. En 2013, de grandes étendues de 1 m de coraux bambous très denses (K. ornata) ont été observées à des profondeurs de 900 à 947 m dans des fonds à l'apparence vaseuse (Neves et al. 2014). Une partie de la trajectoire du VTG était censée correspondre à la trajectoire du chalut de fond provenant d'un relevé scientifique plurispécifique du MPO réalisé en 1999 où des concentrations extrêmement élevées de coraux et d'éponges avaient été relevées. Le fond marin dans cette zone était toujours dépourvu de coraux, selon les preuves macroscopiques, ce qui démontre la lenteur du remplacement de ces coraux après une perturbation (Neves et al. 2014). Les cotes de certitude reflètent la disponibilité des données sur la répartition et l'abondance des coraux dans la zone de fermeture. La certitude est faible dans les eaux dont la profondeur est supérieure à 1 500 m en raison du manque d'échantillonnage.

La remobilisation des sédiments est un élément de la perte ou de la dégradation de l'habitat et se produit probablement avec n'importe quelle pêche entrant en contact avec le fond. Le degré de remobilisation dépendra du type de substrat. Il existe des preuves visuelles indiquant la présence de substrats vaseux dans des parties de la tranche d'eau comprise entre 500 et 1 500 m. Par conséquent, l'impact de la menace et la certitude sont plus élevés pour cette tranche d'eau. Les données relatives aux autres tranches d'eau ne sont pas disponibles.

Les proies hivernales du narval sont notamment la crevette Pandalus, le flétan du Groenland, le calmar et la pieuvre, et la morue arctique; leur abondance et leur répartition varient entre les tranches d'eau. Les crevettes sont plus abondantes dans la tranche d'eau de moins de 500 m où elles sont les cibles de la pêche. En moyenne, environ 3 600 t de crevettes Pandalus ont été pêchées chaque année dans la ZPC 1 de 1997 à 2007, d'après les registres des observateurs en mer. En moyenne, 12 % du TAC ont été pêchés entre 2005 et 2014. Le débarquement de la totalité du TAC augmenterait considérablement l'impact de la menace. La récolte actuelle de crevettes entraîne un risque d'impact modéré dans cette tranche d'eau. Le risque d'impact diminue avec la profondeur. Cependant, les engins de pêche utilisés pour les relevés changent en fonction de la profondeur et, par conséquent, la capturabilité des crevettes diminue aussi, ce qui entraîne une certitude plus faible.

Le flétan du Groenland affiche une séparation par taille selon la profondeur, les juvéniles étant présents dans la tranche d'eau inférieure à 500 m, où ils sont exposés à la pêche à la crevette (Jørgensen 2013). Dans la ZPC 1, le poids total des prises accessoires de flétan du Groenland atteignait en moyenne 6 $t \cdot a^{-1}$ (de 2005 à 2014, 95 % des prises étant des poissons dont la longueur à la fourche est comprise entre 5 et 38 cm, d'après les données des observateurs en mer (MPO, données non publiées). La pêche fait l'objet d'une couverture à 100 % par des observateurs en mer. Bien que l'impact de la menace ait été jugé modéré dans toutes les tranches d'eau, les poissons immatures sont touchés dans la tranche d'eau inférieure à 500 m, tandis que les plus gros le sont dans des eaux plus profondes (Jørgensen 2013). Le degré de certitude est plus faible dans la tranche d'eau supérieure à 1 500 m en raison d'un manque d'échantillonnage. Au cours des dix dernières années, la pêche à la crevette a capturé en moyenne seulement 12 % du TAC (tableau 1). Les débarquements se rapprochant du TAC devraient s'accompagner de prises accessoires plus élevées de flétans du Groenland juvéniles et d'autres proies du narval.

Le calmar et la pieuvre sont présents à toutes les profondeurs dans l'ensemble de la zone de fermeture. Cependant, ils sont peu échantillonnés par les engins de pêche entrant en contact

avec le fond. Par conséquent, il existe peu de données et le degré de certitude est faible ou très faible. Leur présence dans les prises accessoires devrait aussi être faible, l'impact de la menace étant ainsi faible dans l'ensemble des tranches d'eau.

D'après les registres des observateurs en mer, environ 22 t de morue arctique ont été capturées comme prises accessoires chaque année dans le cadre de la pêche à la crevette dans la ZPC 1, de 1997 à 2007. La morue arctique n'est pas une espèce benthique et a une faible capturabilité par les engins de pêche entrant en contact avec le fond. Par conséquent, il existe peu de données, de sorte que le degré de certitude est faible. La cote de l'impact de la menace était faible dans la tranche d'eau inférieure à 500 m et très faible dans les eaux dont la profondeur est supérieure à 500 m.

Tableau 2. Probabilité d'occurrence (PO), impact de la menace (IM), certitude (C) et niveau de la menace (NM) découlant des engins de pêche entrant en contact avec le fond pour la source de nourriture en hiver et l'habitat d'hivernage des narvals et les concentrations de coraux d'eau froide, d'après les meilleures données disponibles. Les cotes de la probabilité d'occurrence, de l'impact de la menace, de la certitude et du niveau de la menace ont été attribuées selon les définitions données dans les tableaux à l'annexe 2. Le niveau de la menace suit la matrice du tableau A2-4 (annexe 2).

Profondeur de l'eau < 500 m

MENACE	PO	IM	C	NM
Endommagement ou destruction des coraux				
Gorgones	Occasionnelle	Élevé	Élevée	Élevé
Perte ou dégradation de l'habitat				
Sédiments remobilisés	Constante	Faible	Faible	Moyen
Compétition avec le narval pour la nourriture en hiver				
Crevette	Constante	Modéré	Élevée	Élevé
Flétan du Groenland	Constante	Modéré	Élevée	Élevé
Calmar et pieuvre	Constante	Faible	Faible	Moyen
Morue arctique	Constante	Faible	Faible	Moyen

Profondeur de l'eau comprise entre 500 et 1 500 m

MENACE	PO	IM	C	NM
Endommagement ou destruction des coraux				
Gorgones	Occasionnelle	Élevé	Élevée	Élevé
Perte ou dégradation de l'habitat				
Sédiments remobilisés	Occasionnelle	Modéré	Modérée	Moyen
Compétition avec le narval pour la nourriture en hiver				
Crevette	Occasionnelle	Faible	Modérée	Faible
Flétan du Groenland	Occasionnelle	Modéré	Élevée	Moyen
Calmar et pieuvre	Occasionnelle	Faible	Faible	Faible
Morue arctique	Occasionnelle	Très faible	Faible	Faible

Profondeur de l'eau > 1 500 m

MENACE	PO	IM	C	NM
Endommagement ou destruction des coraux				
Gorgones	Jamais	Élevé	Très faible	Faible
Perte ou dégradation de l'habitat				
Sédiments remobilisés	Jamais	Faible	Très faible	Faible
Compétition avec le narval pour la nourriture en hiver				
Crevette	Jamais	Très faible	Faible	Faible
Flétan du Groenland	Jamais	Modéré	Faible	Faible
Calmar et pieuvre	Jamais	Faible	Très faible	Faible
Morue arctique	Jamais	Très faible	Faible	Faible

Conclusions

Les objectifs de conservation pour la zone de fermeture visent à réduire au minimum les impacts sur la source de nourriture en hiver et l'habitat d'hivernage du narval et à conserver les concentrations de coraux d'eau froide. L'évaluation actuelle des risques a permis d'examiner les niveaux de risque découlant des engins de pêche entrant en contact avec le fond pour l'habitat d'hivernage du narval, les sources de nourriture du narval et les coraux d'eau froide dans la zone actuelle d'hivernage du narval et des coraux d'eau froide.

Au cours des dix dernières années, le chevauchement temporel de l'utilisation de la zone par le narval et la pêche a été généralement limité à la période comprise entre le mois d'octobre et le mois de décembre, en fonction de la concentration des glaces. Une composante importante de l'habitat d'hivernage du narval est la présence de la banquise, dont la formation oblige à mettre fin à la saison de pêche. Par conséquent, l'effet direct des pêches de fond sur l'habitat d'hivernage des narvals se produit généralement avant leur arrivée sur les lieux d'hivernage. Une évaluation complète des risques écologiques serait nécessaire pour évaluer pleinement l'aspect des objectifs de conservation en matière d'habitat d'hivernage.

Notre compréhension de l'alimentation hivernale du narval a changé depuis la première fermeture de la zone en 2008. Par conséquent, notre évaluation a été élargie pour inclure non seulement le flétan du Groenland, mais aussi la crevette, le calmar et la pieuvre, ainsi que la morue arctique.

Le niveau général de la menace découlant d'engins de pêche qui entrent en contact avec le fond est le plus important dans la tranche d'eau inférieure à 500 m. Les niveaux de la menace liés à l'endommagement ou à la destruction du corail et à la compétition avec le narval pour la nourriture en hiver sont élevés. Le niveau de la menace dans la tranche d'eau supérieure à 1 500 m, où la pêche n'est pas pratiquée, est faible pour toutes les menaces prises en considération dans la présente évaluation.

Le niveau de la menace pour les gorgones est élevé, comme l'indique la zone benthique importante (figure 3).

Pour l'alimentation hivernale du narval, le niveau de la menace est élevé à moyen dans la tranche d'eau inférieure à 500 m, aux niveaux de pêche actuels. Le risque augmenterait si

l'effort de pêche augmentait, ce qui est possible, compte tenu du faible pourcentage du TAC de crevette qui a été atteint au cours des dix dernières années.

Dans la tranche d'eau comprise entre 500 et 1 500 m, les niveaux de la menace sont plus faibles par rapport à la tranche d'eau peu profonde, principalement parce que la pêche n'est plus pratiquée dans la zone de fermeture à ces profondeurs.

La certitude était fortement tributaire de la disponibilité des données. La collecte des données n'est pas effectuée dans les eaux dont la profondeur est supérieure à 1 500 m. Dans les eaux moins profondes, les relevés photographiques et au chalut offrent une bonne couverture des habitats et des espèces benthiques. Cependant, la capturabilité des espèces non benthiques (p. ex., la morue arctique, le calmar et la pieuvre) est faible.

Une évaluation complète des risques écologiques, en tenant compte de l'ensemble des activités, des agents de stress et des menaces, ne pourrait pas être réalisée dans les délais prévus, mais elle permettrait de mieux orienter la prise de décisions.

Collaborateurs

Kathleen Martin, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Joclyn Paulic, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Kevin Hedges, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Margaret Treble, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Beth Hiltz, Gestion des pêches du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Steve Ferguson, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Wojciech Walkusz, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique
Sheila Atchison, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique

Approuvé par

Gavin Christie, Directeur régional par intérim, Science, Région du Centre et de l'Arctique
Rob Young, Gestionnaire de division, Recherche aquatique et de l'Arctique
(Approuvé le 24 mars 2017)

Sources de renseignements

Boutillier, J., E. Kenchington, and J. Rice. 2010. A Review of the Biological Characteristics and Ecological Functions Served by Corals, Sponges and Hydrothermal Vents, in the Context of Applying an Ecosystem Approach to Fisheries. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/048: iv + 36 p.

Boutillier, J., Masson, D., Fain, I., Conway, K., Lintern, G, O, M., Davies, S., Mahaux, P., Olsen, N., Nguyen, H. and Rutherford, K. 2013. The extent and nature of exposure to fishery induced remobilized sediment on the Hecate Strait and Queen Charlotte Sound glass sponge reef. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/075. viii + 76 p.

CAFF (Conservation of Arctic Flora and Fauna). 2010. Arctic Biodiversity Trends 2010 – Selected indicators of change. CAFF International Secretariat, Akureyri, Iceland. May 2010.

Davidson, E. 2016. Exploring the characteristics of spatial distribution for Sperm Whales (*Physeter macrocephalus*) and Northern Bottlenose Whales (*Hyperoodon ampullatus*) in the Arctic: A preliminary study to inform conservation management. Thesis (Master of Resource Management), University of Akureyri, Akureyri, Iceland. 119 p.

Dounas, C., Davies, I., Triantafyllou, G., Koulouri, P., Petihakis, G., Arvanitidis, C. , Sourlatz, G., and Eleftheriou, A. 2007. Large-scale impacts of bottom trawling on shelf primary productivity. Cont. Shelf Res. 28: 2198–2210.

Finley, K.J. and Gibb, E.J. 1982. Summer diet of the narwhal (*Monodon monoceros*) in Pond Inlet, northern Baffin Island. Can. J. Zool. 60: 3353–3363.

Gillett, R. 2008. Global study of shrimp fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Fish. Tech. Paper 475. xxiii + 331 p.

Groenewold, S., and Fonds, M. 2000. Effects on benthic scavengers of discards and damaged benthos produced by the beam-trawl fishery in the southern North Sea. ICES J. Mar. Sci. 57:1395–1406.

Harrington, J., Myers, R., and Rosenberg, A. 2005. Wasted fishery resources: discarded bycatch in the USA. Fish and Fish. 6: 350–361.

Jørgensen, O.A. 2013. Distribution of small Greenland Halibut in Baffin Bay. Pinngortitaleriffik, Greenland Institute of Natural Resources.Tech. Rep. No. 89.

Jørgensen, O.A., and Treble, M.A. 2015. Assessment of the Greenland Halibut Stock Component in NAFO Subarea 0 + Division 1A Offshore + Divisions 1B-1F. NAFO Scientific Council Research (SCR) Doc.15/032.

Kaiser, M.J., Collie, J.S., Hall, S.J., Jennings, S., and Poiner, I.R. 2001. Impacts of fishing gear on marine benthic habitats. Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem 3 Reykjavik, Iceland, 1-4 October 2001. 19 p.

Kenchington, E., Siferd, T., and Lirette, C. 2012. Arctic Marine Biodiversity: Indicators for Monitoring Coral and Sponge Megafauna in the Eastern Arctic. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/003: v + 37 p.

Kenchington, E., Beazley, L., Lirette, C., Murillo, F.J., Guijarro, J., Wareham, V., Gilkinson, K., Koen-Alonso, M., Benoît, H., Bourdages, H., Sainte-Marie, B., Treble, M., and Siferd, T. 2016a. Delineation of Coral and Sponge Significant Benthic Areas in Eastern Canada Using Kernel Density Analyses and Species Distribution Models. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/093. vi + 178 p.

Kenchington, E., Lirette, C., Murillow, F.J., Beazley, L., Guijarro, J., Wareham, V., Gilkinson, K., Koen-Alonso, M., Benoît, H., Bourdages, H, Sainte-Marie, B., Treble, M., and Siferd, T. 2016b. Kernal density analysis of coral and sponge catches from research vessel survey data for use in identification of Significant Benthic Areas. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3167: viii + 207 p.

Laidre, K.L., and Heide-Jørgensen, M.P. 2005. Winter feeding intensity of narwhals (*Monodon monoceros*). Mar. Mamm. Sci. 21(1): 45–57.

MPO. 2006. Effets des engins de chalutage et des dragues à pétoncles sur les habitats, les populations et les communautés benthiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2006/025.

MPO. 2007. Développement d'une zone fermée de la division 0A de l'OPANO afin de protéger les aires de répartition du narval en hiver, notamment les coraux des grands fonds. Secr. can.de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2007/002.

MPO. 2010. Impacts potentiels des engins de pêche (à l'exception des engins mobiles entrant en contact avec le fond) sur les communautés et les habitats marins. Secr. can. De consult. sci. du MPO. Avis sci. 2010/003.

MPO. 2014a. Aire d'hivernage des narvals de la baie de Baffin. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis Sci. 2013/053.

MPO. 2014b. Évaluation des agents de stress, des impacts et des séquences des effets dans la zone d'intérêt Anuniaqvia Niqiqyuam/baie Darnley dans le cadre de la désignation des zones de protection marine. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/002.

DFO. 2015. Estimations de l'abondance des stocks de narvals dans l'Extrême-Arctique canadien en 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/046.

MPO. 2016. Directives sur l'identification d'« autres mesures de conservation effectives par zone » dans les eaux côtières et marines du Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/002.

NAFO and ICES (Northwest Atlantic Fisheries Organization and International Council for the Exploration of the Sea). 2016. NAFO/ICES Pandalus Assessment Group Meeting, 7–14 September 2016. NAFO SCS Doc. 16/17, ICES CM 2016/ACOM: 15.

Neves, B.de M., Edinger, E., Hillaire-Marcel, C., Saucier, E.H., France, S.C., Treble, M.A., and Wareham, V.E. 2014. Deep-water bamboo coral forests in a muddy Arctic environment. Mar. Biodiv. 45: 867. DOI 10.1007/s12526-014-0291-7.

O, M., Martone, R., Hannah, L., Greig, L., Boutillier, J. and Patton, S. 2015. An Ecological Risk Assessment Framework (ERAF) for Ecosystem-based Oceans Management in the Pacific Region. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/072.vii + 59 p.

Richard, P. 2009. Marine mammals of Nunavut. Teaching and Learning Centre, Department of Education, Nunavut. 97 p.

Richard, P.R., Treble, M.A., and LeBlanc, B. 2014. Assessment of the winter range of Baffin Bay narwhals. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/069. iv + 9 p.

Siferd, T. 2010. By-catch in the shrimp fishery from Shrimp Fishing Areas 0-3, 1979 to 2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/037. vi + 77 p.

Watt, C.A., Orr, J., LeBlanc, B., Richard, P., and Ferguson, S.H. 2012. Satellite tracking of narwhals (*Monodon monoceros*) from Admiralty Inlet (2009) and Eclipse Sound (2010–2011). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/046. iii + 17 p.

Watt, C.A., Heide-Jørgensen, M.P. and Ferguson, S.H. 2013. How adaptable are narwhal: a comparison of foraging patterns among the world's three narwhal populations. Ecosphere 4(6): 71. http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00137.1

Annexe 1 : Figures

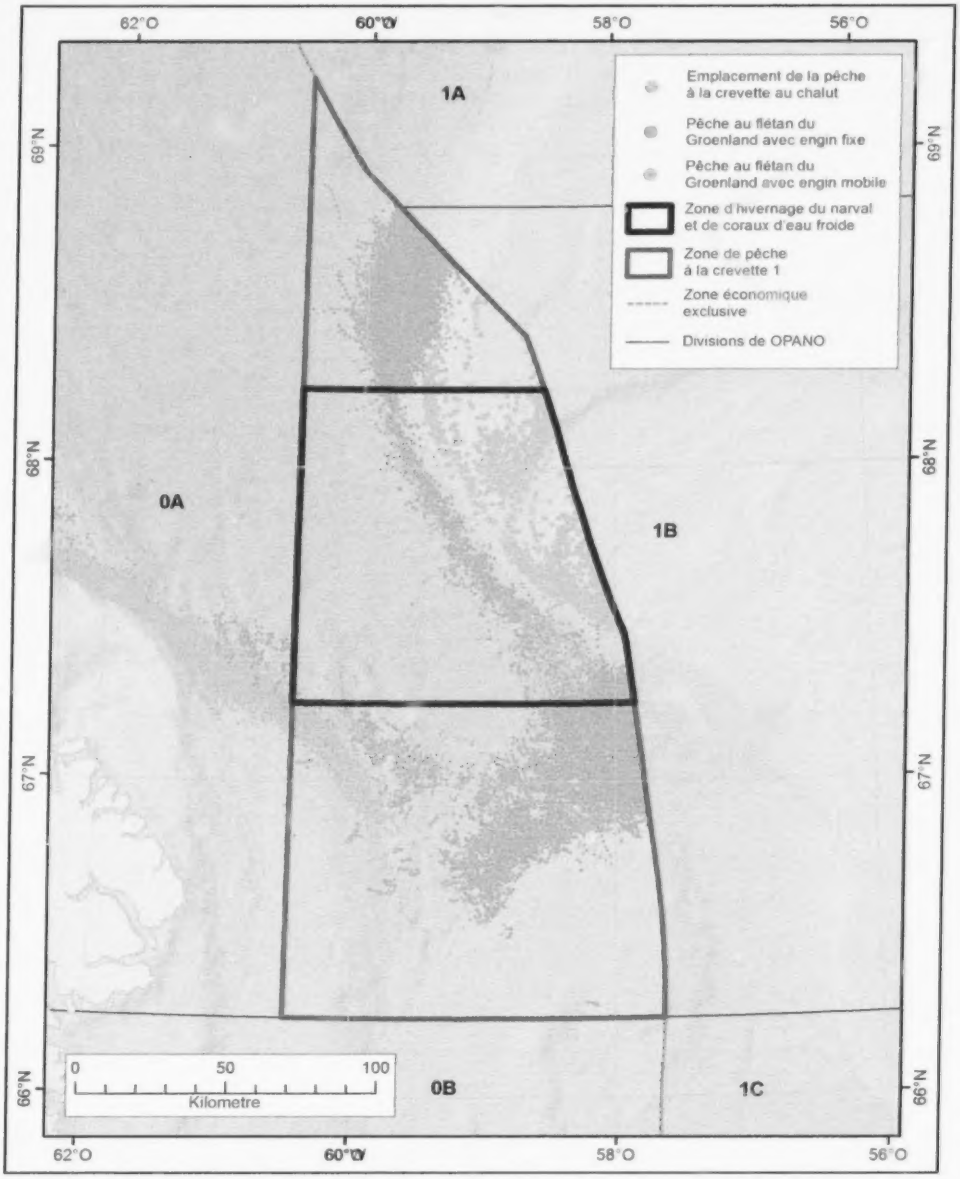

Figure 1. Zone d'hivernage du narval et de coraux d'eau froide, zone de pêche à la crevette (ZPC 1), limites de la zone de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) et empreinte de la pêche par les engins de pêche qui entrent en contact avec le fond, de 2005 à 2014. (MPO, Région du Centre et de l'Arctique, données non publiées)

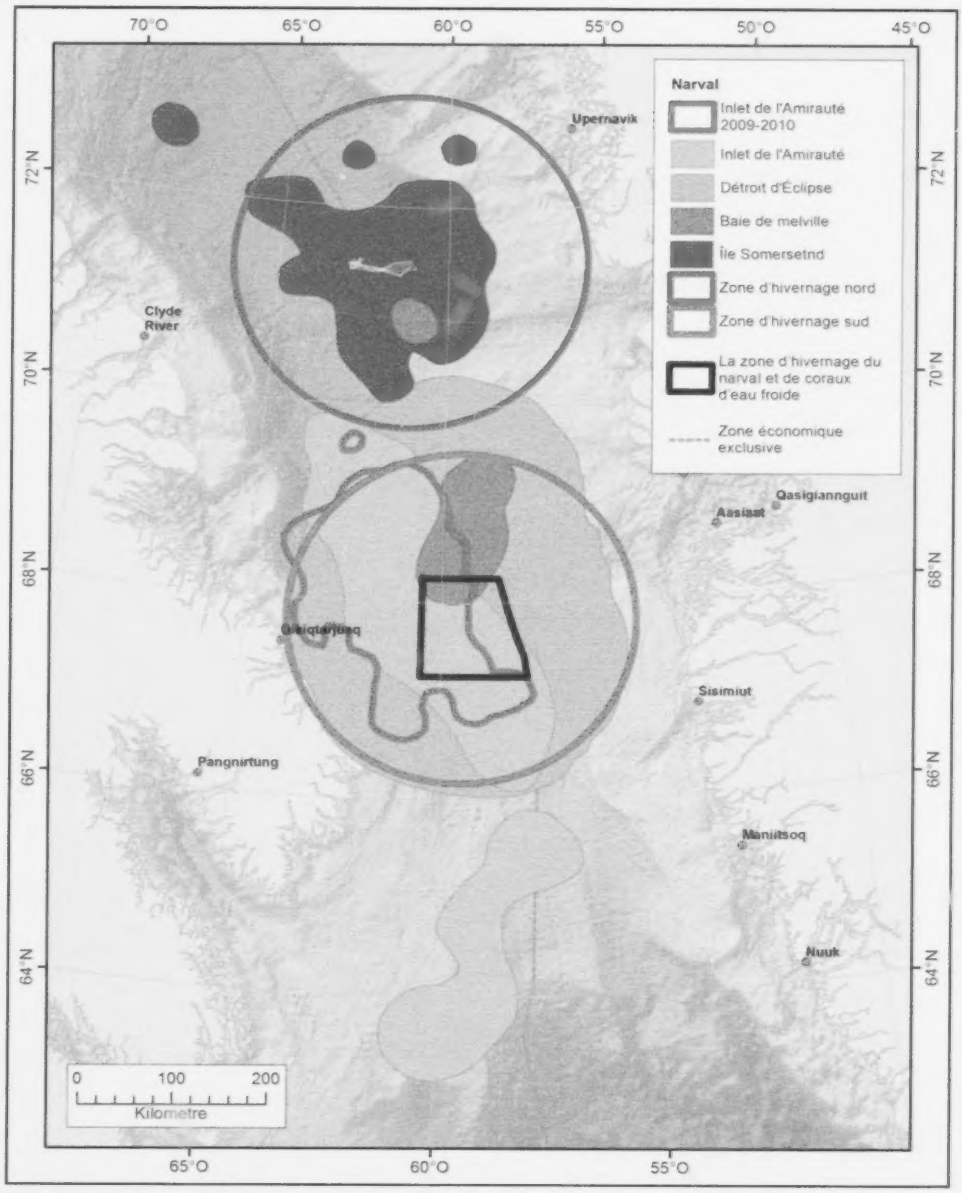

Figure 2. Domaines vitaux hivernaux du narval de la baie de Baffin (version modifiée de MPO 2014a). Le domaine vital dans l'inlet de l'Amirauté, de 2009 à 2010 (polygone gris vide) chevauche les anciens domaines vitaux hivernaux des stocks estivants de l'île Somerset (rouge), de l'inlet de l'Amirauté (bleu pâle), du détroit d'Eclipse (vert) et de la baie de Melville (mauve). Les cercles rouges et verts déterminent les aires d'hivernage nord et sud des narvals, respectivement. Le polygone bleu épais correspond à la zone fermée à la pêche au flétan du Groenland dans la division 0A de l'OPANO et la ligne pointillée représente la limite de la zone économique exclusive entre le Canada et le Groenland.

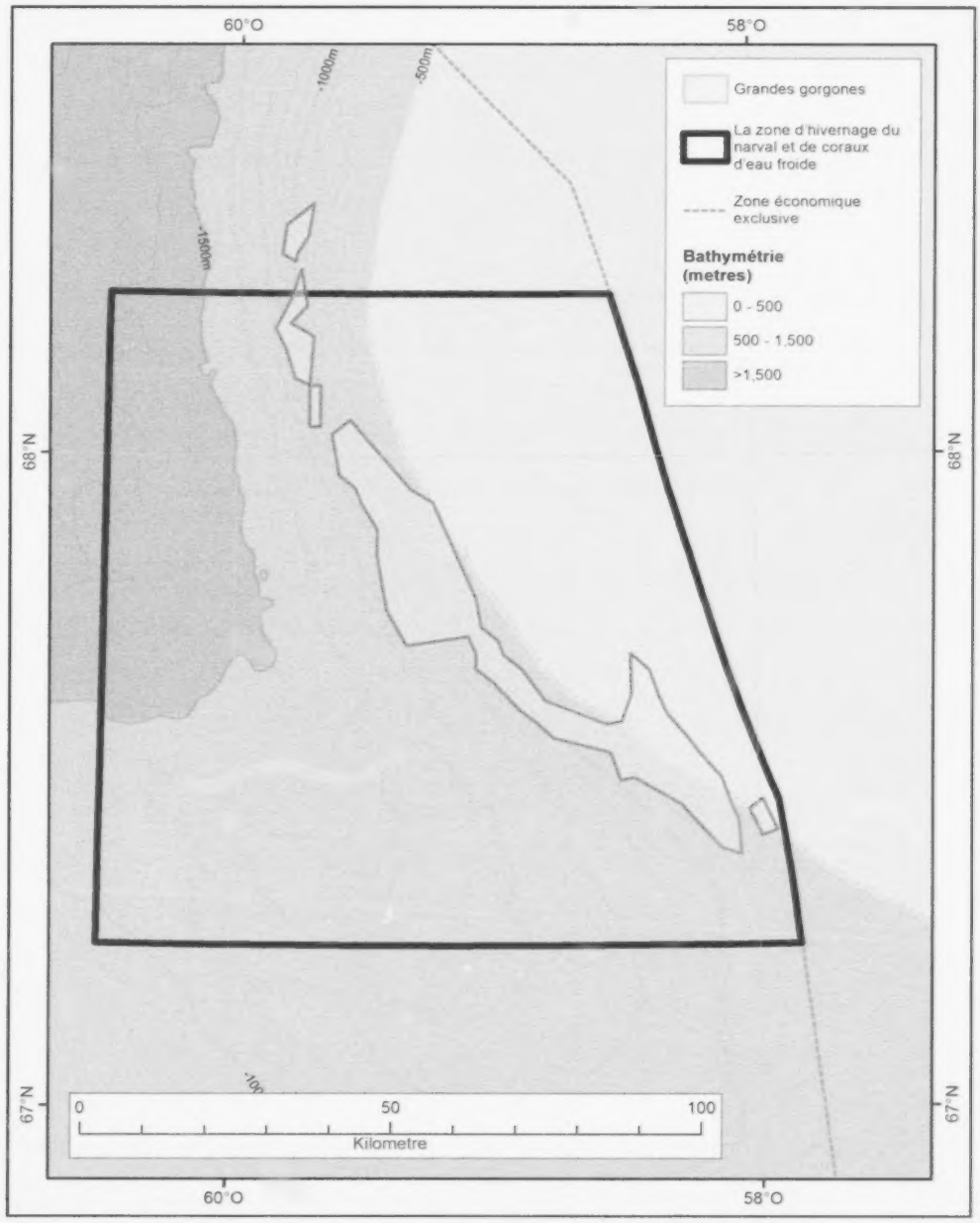

Figure 3. Zone benthique importante (zone rose délimitée par une ligne grise) des grandes gorgones, délimitée par la modélisation de la répartition des espèces au moyen de la présence et de l'absence de forêts aléatoires, d'après les données de 2015 (tiré de Kenchington et al. 2016a). Une prise très importante de gorgones constatée dans le cadre du programme des observateurs des pêches a été effectuée dans cette zone et a fourni une confirmation indépendante de l'existence de la zone benthique importante.

Annexe 2 : Poissons dans la zone de fermeture

Tableau A3-1. Poissons pour toutes les séries de relevés plurispécifiques menés par le Secteur des sciences du MPO à bord du navire Paamiut, *de l'Institut du Groenland, dans la zone de fermeture (MPO, données non publiées). Les données sur les prises datent de 2006, 2008, 2010, 2012, 2015 et 2016 et ont été obtenues à l'aide d'un chalut Alfredo ou Cosmos. Les données sont présentées pour les profondeurs jusqu'à 427 m et entre 620 m et 1 500 m. Le nombre d'espèces devrait être considéré comme un minimum étant donné que certains poissons n'ont pas été identifiés au niveau de l'espèce.*

Poissons de profondeurs ≤ 427 m

Nom de famille	Nom commun	Nombre d'espèces
Agonidae	Agonidés	1
Anarhichadidae	Loups de mer	3
Argentinidae	Argentines	1
Cottidae	Chabots	4
Gadidae	Morues	5
Liparidae	Limaces de mer	2
Muraenidae	Murènes	1
Myctophidae	Poissons-lanternes	3
Paralepididae	Lussions	1
Pleuronectidae	Poissons dextres	2
Rajidae	Raies	3
Scorpaenidae	Scorpénidés	2
Stichaeidae	Terrassiers	2
Zoarcidae	Loquettes	5

Poissons de profondeurs comprises entre 620 et 1 500 m

Nom de famille	Nom commun	Nombre d'espèces
Anarhichadidae	Loups de mer	1
Bathylagidae	Garcettes	1
Cottidae	Chabots	3
Gadidae	Morues	3
Liparidae	Limaces de mer	5
Macrouridae	Grenadiers	1
Myctophidae	Poissons-lanternes	1
Notacanthidae	Poissons-tapirs à épines	1
Phosichthyidae	Poissons étoilés	1
Pleuronectidae	Poissons dextres	2
Psychrolutidae	Chabots veloutés	2
Rajidae	Raies	3
Scorpaenidae	Scorpénidés	2
Synaphobranchidae	Anguilles égorgées	1

Tableau A3-2. Invertébrés pour toutes les séries de relevés plurispécifiques menés par le Secteur des sciences du MPO à bord du navire Paamiut, *de l'Institut du Groenland, dans la zone de fermeture (MPO, données non publiées). Les données sur les prises datent de 2006, 2008, 2010, 2012, 2015 et 2016 et ont été obtenues à l'aide d'un chalut Alfredo ou Cosmos. Les données sont présentées pour les profondeurs jusqu'à 427 m et entre 620 m et 1 500 m. Les invertébrés ont été identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible.*

Invertébrés de profondeurs ≤ 427 m

Nom commun	Nom scientifique	Nombre d'espèces
Amphipode	Amphipoda	4
Calmar	*Gonatus fabricii*	1
Corail bambou doré	*Keratoisis grayi*	
Hydrozoaires	Hydrozoa	
Isopode	Isopoda	
Pieuvre	Octopoda	1
Polychètes	Polychaeta	
Anémone de mer	Actiniaria	
Pennatule	Pennatulacea	
Araignée de mer	Pycnogonida	
Étoile de mer	Asteroidea	3
Crevette	*Pandalus borealis*	1
Crevette – Autre	Dendrobranchiata ou Caridea	9
Corail mou	Anthozoa	1
Crabe épineux	*Lithodes maja*	1
Éponge	Porifera	4

Invertébrés de profondeurs comprises entre 620 et 1 500 m

Nom commun	Nom scientifique	Nombre d'espèces
Amphipode	Amphipoda	10
Calmar	*Gonatus fabricii*	1
Ophiure	*Gorgonocephalus arcticus*	1
Corail bonsaï	*Acanella arbuscula*	
Ophiure	Ophiuroidea	
Gastéropode	Gastropoda	
Isopode	Isopoda	
Mysidacé	*Boreomysis*	1
Nudibranches	Nudibranchia	
Pieuvre	Octopoda	3
Polychètes	Polychaeta	
Anémone de mer	Actiniaria	
Concombre de mer	Holothuroidea	2
Pennatule	Pennatulacea	
Araignée de mer	Pycnogonida	
Étoile de mer	Asteroidea	10
Oursin	Echinoidea	
Crevette	*Pandalus borealis*	1
Crevette – Autre	Dendrobranchiata or Caridea	12
Ver sipunculide	Sipuncula	
Corail mou	Anthozoa	3
Éponge	Porifera	9
Échiurien	Echiuria	
Corail noir	*Stauropathes arctica*	1

Annexe 3 : Évaluation des risques

Tableau A2-1. Définition des termes utilisés pour décrire la probabilité d'occurrence de la menace. La probabilité d'occurrence de la menace peut également ne pas être connue.

	Jamais	Occasionnelle	Constante
Probabilité d'occurrence de la menace	L'agent de stress ne s'est jamais produit dans la zone d'évaluation.	L'agent de stress se produit rarement dans la zone d'évaluation. Il a pu se produire par le passé et il pourrait avoir lieu de façon irrégulière (p. ex., activités de pêche illégales).	L'agent de stress se produit fréquemment dans la zone d'évaluation (c.-à-d. chaque année pendant des semaines, voire pendant plusieurs mois).

Tableau A2-2. Définition des termes utilisés pour décrire les impacts de la menace. L'impact de la menace peut également ne pas être connu.

	Très faible	Faible	Modéré	Élevé
Impact de la menace	L'ampleur de l'agent de stress est très faible. L'agent de stress se manifeste à une densité ou à une intensité faible et est éphémère (c.-à-d. qu'il dure peu de temps).	L'ampleur de l'agent de stress est faible. L'agent de stress se manifeste à une densité ou à une intensité faible à modérée et est éphémère (c.-à-d. qu'il dure pendant peu de temps).	L'ampleur de l'agent de stress est modérée. L'agent de stress se manifeste à une densité ou à une intensité faible à modérée et est chronique (c.-à-d. qu'il dure pendant plusieurs années).	L'ampleur de l'agent de stress est élevée. L'agent de stress se manifeste à une densité ou à une intensité élevée et est chronique (c.-à-d. qu'il dure pendant des décennies).

Table A2-3. Certainty categories, their associated scoring and descriptions (modified from O et al. 2015).

Catégorie	Cote	Description
Certitude très élevée	TE	Information scientifique détaillée examinée par des pairs ou données propres à la zone comprenant des ensembles de données pertinents à long terme.
Certitude élevée	H	Information scientifique substantielle ou données récentes propres à la zone. Cela comprend des sources examinées ou non par des pairs.
Certitude modérée	M	Quantité moyenne d'information scientifique provenant principalement de sources non examinées par des pairs et d'observations sur place non systématiques ou fortuites. Cela comprend de l'information scientifique et l'opinion d'experts. Cela peut comprendre des données plus anciennes provenant de la zone et également de l'information qui n'est pas propre à la zone.
Certitude faible	F	Peu d'information scientifique, mais l'opinion d'experts est pertinente pour le sujet et la zone.
Certitude très faible	TF	Peu ou pas d'information scientifique. L'opinion d'experts est fondée sur les connaissances générales.

Tableau A2-4. La matrice du niveau de la menace combine les classements de la probabilité d'occurrence de la menace et de l'impact de la menace pour déterminer le niveau de la menace et ce dernier est classé comme étant faible, moyen, élevé ou inconnu.

		Impact de la menace				
		Très faible	**Faible**	**Modéré**	**Élevé**	**Inconnu**
Probabilité de la menace	**Se produit régulièrement**	Faible	Moyen	Élevé	Élevé	Inconnu
	Se produit à l'occasion	Faible	Faible	Moyen	Élevé	Inconnu
	Ne se produit jamais	Faible	Faible	Faible	Faible	Inconnu
	Inconnue	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	Inconnu

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Centre et de l'Arctique
Pêches et Océans Canada
501 University Crescent
Winnipeg, Manitoba
R3T 2N6

Téléphone : (204) 983-5131
Courriel : xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2017. Évaluation du risque posé par la pêche à la crevette pour les objectifs de conservation de la zone d'hivernage du narval et de coraux d'eau froide. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2017/018.

Also available in English:

DFO. 2017. Assessment of risk of shrimp fishing to conservation objectives of the Narwhal Overwintering and Coldwater Coral Zone. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2017/018.